

**REED SMITH LLP**  
3110 Fairview Park Drive  
Suite 1400  
Falls Church, Virginia 22042  
(703) 641-4200  
**November 13, 2003**

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    5 月 2 3 日  
Date of Application:

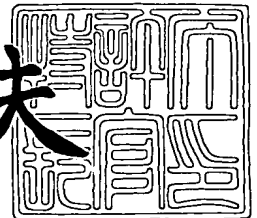
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 1 4 5 6 1 0  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 3 - 1 4 5 6 1 0 ]

出      願      人                      株式会社日立製作所  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    9 月 2 6 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 9 4 1 9

【書類名】 特許願

【整理番号】 H03005761A

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 C12Q 1/68

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所中央研究所内

【氏名】 矢澤 義昭

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所中央研究所内

【氏名】 釜堀 政男

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所中央研究所内

【氏名】 武井 健

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所中央研究所内

【氏名】 大川 武宏

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所中央研究所内

【氏名】 吉木 宏

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

**【代理人】****【識別番号】** 100075096**【弁理士】****【氏名又は名称】** 作田 康夫**【電話番号】** 03-3212-1111**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 013088**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 通信システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

センサと、認証番号を記録する認証番号記録回路と、第1の共振回路とを、各々具備する複数のチップと、

前記複数のチップとの情報の送受信を行うための第2の共振回路と、周波数変換回路と、前記チップの前記認証番号を照合する認証番号照合手段を具備するリーダとを有し、

前記認証番号記録回路に基づいて、前記周波数変換回路で、予め周波数掃引で得た前記チップごとに最適化された共振周波数に調整し、前記共振周波数で前記リーダは前記チップと通信することを特徴とする通信システム。

【請求項 2】

前記リーダは、前記認証番号と前記最適化された共振周波数とを対応させたリストを格納する共振周波数情報格納手段をさらに有することを特徴とする請求項 1 に記載の通信システム。

【請求項 3】

前記リーダにつながる外部制御器をさらに有し、前記外部制御器は、前記認証番号と前記最適化された共振周波数とを対応させたリストを格納する共振周波数情報格納手段を有することを特徴とする請求項 1 に記載の通信システム。

【請求項 4】

前記共振周波数は、前記チップごとに前記第1の共振回路により各々定まることを特徴とする請求項 1 に記載の通信システム。

【請求項 5】

前記共振周波数は、前記チップごとに前記チップの周囲の状況により各々定まることを特徴とする請求項 1 に記載の通信システム。

【請求項 6】

前記チップは、整流回路と復流回路と変調回路とを具備する高周波制御部と、電源制御部と、通信制御回路と、信号処理回路とをさらに有し、

前記信号処理回路は、前記センサの検出信号をデジタル化し、  
前記復調回路は、前記情報受信の結果を、前記認証番号記録回路を用いる認証番号との照合して復調し、  
前記変調回路は、デジタル化された前記センサの検出信号を変調し、  
変調されたデジタル化された前記センサの検出信号は、前記リーダへ送信されるものであることを特徴とする請求項 1 に記載の通信システム。

**【請求項 7】**

前記センサは、検出対象の量、温度、または圧力を計測するものであることを特徴とする請求項 1 に記載の通信システム。

**【請求項 8】**

配管と容器とからなる移送機構をさらに有し、前記チップは前記移送機構に設置され、前記リーダは前記移送機構の外部に設置されることを特徴とする請求項 1 に記載の通信システム。

**【請求項 9】**

前記センサは、前記移送機構の内部に収める液体の状態を検出することを特徴とする請求項 8 に記載の通信システム。

**【請求項 10】**

前記チップは、前記認証番号と前記センサの検出結果について前記リーダと通信を行い、前記認証番号は前記チップの位置情報と対応付けられることを特徴とする請求項 8 に記載の通信システム。

**【請求項 11】**

前記配管は、前記チップが設置される部分が、他の部分よりも導電率が小さいことを特徴とする請求項 8 に記載の通信システム。

**【請求項 12】**

前記配管は、前記チップが設置される部分に貫通孔を有し、前記貫通孔には芯が通されていることを特徴とする請求項 8 に記載の移送機構通信システム。

**【請求項 13】**

前記チップは、前記リーダから高周波により所用電力を供給されることを特徴とする請求項 8 に記載の通信システム。

**【請求項 1 4】**

前記移送機構の外部に設置される外部制御器と、前記外部制御器につながる送受信機と、前記送受信機につながる送受信機用アンテナと、前記リーダにつながるリーダ用アンテナとをさらに有し、

前記リーダは長距離通信機能を付加され、前記リーダ用アンテナと前記送受信機用アンテナと前記送受信機とを介して前記外部制御器と通信を行うことを特徴とする請求項 8 に記載の移送機構通信システム。

**【請求項 1 5】**

共振回路と、発振器と、周波数変換回路を具備する高周波制御部とを有し、  
前記共振回路と前記発振器とは、チップとの通信のための信号送受信および前記チップの周波数掃引を行い、

前記周波数変換回路は、前記周波数掃引に基づき、前記チップへの送信周波数を前記チップ各々の通信用の共振周波数へ変換することを特徴とする通信リーダ。

**【請求項 1 6】**

前記チップ各々が記録している認証番号を記録し、前記認証番号を照合する認証番号照合手段をさらに有することを特徴とする請求項 1 5 に記載の通信リーダ。

**【請求項 1 7】**

前記チップからの受信信号の強度に応じて、前記チップへの送信信号の強度を制御する機構を有することを特徴とする請求項 1 5 に記載の通信リーダ。

**【請求項 1 8】**

周波数を変調させながら、リーダが、チップの認証コードの情報伝達を行う工程と、

前記チップが、前記認証コードと前記チップの認証番号との一致を判定する工程と、

前記一致を検出した後に、前記チップが有するセンサが得る検出信号を前記リーダに送信する工程とを有し、

前記判定する工程では、前記周波数変調された状況下で、前記チップが前記認

証番号と前記認証コードとの照合を行うことを特徴とする通信方法。

**【請求項 19】**

前記認証コードと前記認証番号との一致を検出するまで、前記情報伝達を行う工程と前記判定する工程とを繰り返すことを特徴とする請求項 18 に記載の通信方法。

**【請求項 20】**

複数の前記チップを用い、前記判定する工程では、前記認証コードと前記認証番号とを前記チップ毎に各々判定することを特徴とする請求項 18 に記載の通信方法。

**【発明の詳細な説明】**

**【0001】**

**【発明の属する技術分野】**

本発明は核酸、タンパク質、抗原、抗体などの生体物質の検出や温度、圧力、光、イオン濃度など物理、化学量の計測結果を非接触方式により外部の装置に伝送する通信システムに関する。

**【0002】**

**【従来の技術】**

ゲノムシーケンスの解明、遺伝子解析技術の進展により疾病や薬剤感受性と遺伝子との関連づける情報は近年急速に蓄積が進んでいる。こうした情報を利用して、種々条件における遺伝子発現や、種々の固体の遺伝子変異を検査することで遺伝子の機能や遺伝子と病気あるいは医薬品感受性との関連が調べられ、遺伝子発現ネットワークや遺伝子中の 1 塩基置換 (SNPs: single nucleotide polymorphisms)、と疾患や体質との関連が明らかになりつつある。

**【0003】**

遺伝子情報によって病気の診断をする場合、遺伝子検査は既知の遺伝子やその変異のタイピングになると考えられている。未知の遺伝子や変異の探索では多量の試料を高速で処理する技術が求められたが、タイピングでは比較的少量の試料について安いコストで簡単に実施できる検査法が望ましく、種々の方法が検討されている。SNPs 分析や遺伝子検査に使用できるシステムとしては、例えば DNA

マイクロアレイなどが報告されている（例えば、非特許文献1）。

#### 【0004】

マイクロアレイではスライドガラス上に多種のオリゴDNAあるいはcDNAをpoly-L-lysineでコーティングされたスライドガラス上にスポッティングする。スポッティングは100-500 $\mu$ mの間隔で数十から200 $\mu$ mの径を有するスポットを形成できるスポッターによって行なう。スポッティングを終えたら後処理し、室温乾燥して保管する。ターゲット試料については試料細胞からRNAを抽出し、Cyanine e3、Cyanine5等の蛍光色素で標識したcDNAを調製する。ターゲット試料溶液を上記マイクロアレイに滴下して、モイスチャーチャンバー内で65℃、で約10時間インキュベートする。ハイブリダイゼーションが終了したら0.1%SDS溶液で洗浄した後、室温で乾燥させる。マイクロアレイの評価にはスキャナが用いられる。励起光源には例えばアルゴンイオンレーザー、発光の検出器には例えば光電子増倍管が利用される。共焦点光学系により合焦位置以外からの背景光の影響を排除し、S/N比を向上する。多数のスポットの蛍光評価をするために、読取り光学系に対してマイクロアレイを高精度で位置決めすることが必要になる。そこでスキャナには数十 $\mu$ m以下の誤差で移動が可能な移動ステージが組み込まれている。

#### 【0005】

また、非接触でデータの書き込み及び読み出しを行うためのアンテナ装置及びカード状記憶媒体も報告されている（例えば、特許文献1）。この装置等では、アンテナ側から見た電子回路の負荷抵抗を所定値に変換する負荷抵抗変換手段を有する。負荷抵抗変換手段によって最大起電力を供給し、接続される電子回路を常に効率よく正常に動作させるというものである。

#### 【0006】

【特許文献1】特開2000-165132号公報

【非特許文献1】Nature Gent. 18, 91(1998)

#### 【発明が解決しようとする課題】

遺伝子の検査法として注目されるDNAマイクロアレイは、スポッティングした溶液の量や形状は、評価の際に蛍光強度の測定値ばらつきにつながるため、高

い均一性でスポットを形成する性能も重要である。しかし、実際にはスポットの均一性の問題から生じる測定値のばらつきは回避し難かった。

#### 【0007】

さらに、特許文献1では、非接触でデータの書き込み及び読み出しを行うためのアンテナ装置及びカード状記憶媒体においては、カード状記憶媒体はアンテナ側から見た電子回路の負荷抵抗を所定値に変換する手段は有しているが、カード状記憶媒体の製造ばらつきによるカードの共振周波数のばらつきに対応することはできなかった。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は、チップ毎に異種のターゲットの量あるいは温度や圧力などの物理、化学量を検出するセンサ、センシングデータを処理する信号処理、非接触通信をするための通信制御、認証番号の格納と照合、および電源の発生と制御の各機能を有する回路ブロック、外部制御器との通信を行うコイル、および容量を備えた小型のチップを用いる。該チップは試料溶液に接するべく設置され、チップにチップ毎に異種のターゲットの量あるいは温度や圧力などの物理、化学量を検出し、検出信号をデジタル電気信号に変換する。一方、外部のリーダからは複数のチップの中から特定のチップを特定するための認識番号を電磁波、磁場変化あるいは電場変化のいずれかを伝達手段として送信する。

#### 【0009】

上記のリーダ・ライタとセンサを備えたトランスポンダからなる超小型のトランスポンダにおいて、検出対象に応じたプローブで得られた化学反応情報を、外部リーダ・ライタに無線手段で伝達する手法は種々考えられる。該伝達手法が用いる伝送媒体には種々考えられるが、リーダ・ライタの情報処理が電気で行われることに着目すれば、情報誌より回路との整合性を考えて、電磁波を伝送媒体にすることが、例えば超音波を伝送媒体にするような場合と比較して新たな音波／電気変換等の変換器を省略できる点で、コスト低減において優位である。

#### 【0010】

電磁的に情報を伝達する場合でも、電磁波の自由空間伝送の基本3姿態である

、近傍界、誘導界、放射界のいずれかを使用するかで、システム構成、装置構成は大きく変化する。放射界を使用するシステムでは、該トランスポンダとリーダー・ライタの間の無線インターフェースがアンテナとなるので、該アンテナの効率を十分大きく取るために使用周波数が限定される。該トランスポンダの寸法を数ミリ角 ( $1 \times 1 \text{ mm}^2 \sim 3 \times 3 \text{ mm}^2$ ) 程度とすれば、使用周波数が  $1 \text{ GHz}$  で  $-20 \text{ dB}$  程度、 $10 \text{ GHz}$  で  $-10 \text{ dB}$  程度の放射効率となるので、外部雑音の影響等をなくす為には  $10 \text{ GHz}$  程度の周波数帯の選択が必須であり、現状の半導体技術では集積回路技術の開発が十分でなく、数ミリ角のトランスポンダが実現不可能あるいは高コストの装置となってしまう従来技術の課題を解決できない。近傍界の使用は電気回路的にはトランスポンダと外部制御装置の間にコンデンサを形成し同コンデンサ内部の電荷の変化をもって無線空間での情報伝送を行うものである。このため、情報伝送の担い手である電荷を正確な位置に局在化する必要があり、従来技術の位置精度に関する製造コストの上昇を押さえることが原理的にできず、結果として従来技術の課題を解決できない。誘導界を用いる情報の空間伝送では、情報伝送のエネルギーは、トランスポンダのコイルとリーダー・ライタのコイルの間にトランスを形成し、トランスポンダ側の1次コイルで発生された磁界をリーダー・ライタのコイルで捕獲し、結果として生じる磁路を伝送路として通信を行うものである。磁界のエネルギーは広く空間に偏在する性質があるので、原理的にトランスポンダとリーダー・ライタの間の高精度な位置関係を必要としない。また、誘導界では磁路が形成されれば、磁路に沿って従って磁路に収束して情報が伝達されるので、放射界を用いるアンテナに起因する電磁波を広く空間に放射してしまう方式と比べて著しい外部空間へのエネルギーの伝達効率向上を可能とする。従って、電磁波をトランスポンダとリーダー・ライタの間の情報伝送の伝送媒体に用いる場合は、従来技術の課題を解決する為には、誘導界の選択が優位である。

#### 【0011】

誘導界を用いる無線での情報伝達の効率を良好にするためには、留意すべき点が存在する。まず、トランスポンダの製造ばらつきやトランスポンダの置かれた状況によるトランスポンダの共振周波数のシフトに対して安定的に通信を行うこ

とが必要となる。共振周波数は、トランスポンダのコイル、容量、抵抗などの共振回路を構成する部品その他、トランスポンダの外に位置する他の導体の存在によっても大きく変化する。トリミングによって共振周波数を調整することは可能であるが、トランスポンダの製造過程でこのような工程を加えることはコストの増加を招くため望ましくないし、測定時のトランスポンダの周辺状況による変化には対応できない。また、実際の測定時における磁路は該トランスポンダコイルとリーダ・ライタコイルの位置関係によっても変動する。設計時に期待した位置関係よりも条件が悪い状況で通信ができなくなる場合もあるが、設計時に想定したよりもトランスポンダとリーダ・ライタが接近しすぎても発生した過剰な電力によってトランスポンダが破壊に至ることもある。そこで、両コイルの相対的位置関係を高精度で制御すること無しに、等価的に安定的な通信を可能にする手段が必要不可欠になる。

#### 【0012】

このチップにおいて、チップの共振周波数のシフトに対して安定的に通信を行うために、リーダで発生する磁場変化の周波数を可変とし、チップの共振周波数にあわせて通信を行う。このためには、通信を行う際にまず各々のチップの周波数掃引を行う。周波数掃引では、まず、リーダ側からチップ側に周波数帯を変換させながら送信する。すると、チップ側が、そのチップに最適な共振周波数で応答し、チップのIDと共に自己の最適な共振周波数で、リーダ側に応答する。リーダ側は、チップ毎に最適化された共振周波数とチップのID（認識番号）とを対応づけ、この対応を記憶する。なお、この対応は、リーダ自体で記憶しても良いし、外付けの情報格納手段にて記憶しても良い。周波数掃引後、リーダ側とチップ側の通信は、チップ毎に最適化された周波数を用いて行う。

#### 【0013】

これは、以下の理由による。チップの内部コイルおよび該内部コイルと結合する整流・検波などの回路の入出力インピーダンスを製造する際、個々のチップ毎に最適な共振周波数がばらついてしまう。そこで、上記構成とすることにより、チップの共振周波数のばらつきに対応し、最適化された周波数帯でリーダ、チップ間で通信を行うようにしたものである。具体的には、通信安定性を向上させる

ために外部制御回路が用いる周波数周波数を時間的に変化させて外部コイルに生起する磁路形成に伴う信号の送受信を行う。内部コイルの製造ばらつきと該内部コイルと結合する整流・検波などの回路の入出力インピーダンスの製造ばらつきは、該内部コイルと整流・検波などの回路のインピーダンス整合状態の周波数特性のばらつきに反映する。リーダ（もしくは外部制御装置）の外部コイルの形状寸法は、内部コイルの形状寸法に対して通常10倍以上大きくできるので、外部コイルの寸法ばらつきによる外部コイルとリーダの整流・検波などの回路の整合状態の変化は内部コイルの場合に比較して無視できるほど小さい。従ってリーダとチップの間の磁路形成、すなわち通信に用いる周波数を適当な周波数帯域内で変化させて外部コイルに生起する該磁路形成に伴う信号の送受信を行えば、複数のチップの個々の内部コイルと整流・検波などの回路に固有な良好な整合状態を実現する周波数での通信が果される。これにより、チップの製造ばらつきによる通信安定性低下を回避すべく、内部コイルと外部コイルとの間に磁路を効率良く形成できる。換言すればチップの製造ばらつきによる外部コイルに生起する該磁路形成に伴うエネルギー発生によって生じる信号劣化の問題をシステム上考慮しなくてすむので、チップの製造ばらつきの許容範囲を拡大でき、結果としてチップの製造コストの大幅な削減が可能となる。

#### 【0014】

また、本発明では、チップに搭載される内部コイルとリーダ（もしくは外部制御装置）の外部コイルの間の磁路形成生起の確率を向上させるために、リーダ（もしくは外部制御装置）が外部コイルに生起する該磁路形成に伴う信号の送受信を時間間隔を設けながら複数回行う。これは、リーダ（もしくは外部制御装置）の外部コイルを用いる信号処理を複数回繰り返すことによって容易に実現される。

#### 【0015】

また、本発明では、チップのコイルとリーダのコイルの位置関係によってチップに励起される電力が変動して、両者間の距離が小さくなり場合にはチップが破壊されることを防止する。このために、リーダでチップからの信号出力をモニタしながらRF出力を制御する。これによりリーダからの距離が標準的位置から大

きく異なるチップについても信号を安定して読みとることが可能になる。

#### 【0016】

また、通信の安定性に関しては、実際の測定時における磁路、すなわち該チップの有するコイルとリーダの有するコイルとの位置関係によっても変動する。通信安定度を高め、かつチップとリーダとが接近することによる発生する過剰な電力によりチップが破壊に至ることを防ぐために、リーダはチップからの信号をモニタしながらリーダのコイルに流す電流の大きさを調整してもよい。

#### 【0017】

##### 【発明の実施の形態】

##### [実施例1]

本発明の一実施例を図1により説明する。図1は本発明からなる計測システムのリーダとチップの電気回路ブロックの構成を示す図である。リーダ101はRFインターフェースブロック(高周波制御部、以下同様)104、発振器ブロック107、通信制御回路ブロック103、外部コイル105によって構成される。該リーダはアプリケーション制御ブロック102によって制御される。RFインターフェースブロックはRF信号の送信、受信の機能を有する回路ブロックで、発振器107で発生された搬送波を通信制御回路で生成される信号で変調した後、出力可変機能により出力増幅器で増幅してリーダの外部コイルに送る。

チップは内部コイル205、共振回路を構成するコンデンサ206、RFインターフェース204、電源レギュレータ202、通信制御回路203、認証番号記録回路208、信号処理回路207、そしてセンサ209から構成される。外部コイルで生成された磁束の変化はチップの内部コイルで受信され、整流回路を経て電源レギュレータブロックで安定化され、チップ内の各回路ブロックを駆動する電源として使用される。リーダから送信された信号はRFインターフェース204で復調され、通信制御回路203に送られ、認証番号記録回路208に保存されたID番号との照合シーケンスの実行、センサの制御を行う。チップからは、信号処理回路207でデジタル化されたセンシングデータと、認証番号記録回路208のID番号との照合結果が通信制御回路203を経て、RFインターフェース204で変調され、コイル205の負荷を変調することによってリーダに

送信される。

#### 【0018】

ここで、リーダとチップとの通信を安定させるには、チップの共振周波数が一定であることが必要である。しかし、チップの製造ばらつきやチップの周囲の状況、たとえば試料を含むバッファ溶液や他のチップあるいは反応容器などの存在によって、チップの共振周波数にばらつきが生じることは避けることができない。チップ製造上のばらつきに起因するものであれば、容量をトリミングすることで所定の共振周波数に調整することができるが、トリミングはチップのコストを上昇させる上、チップの周囲状況に依存する変動に対応することができない。そこでリーダ101のRFインタフェース104に周波数可変機能を具備し、測定時にこれを用いて発振器107の周波数を変化させてチップの共振周波数に合わせることにより、通信を安定化させることが可能となる。

#### 【0019】

通信の安定化を実現するにあたり、通信を行う際にまず各々のチップの周波数掃引を行う。例えば、13.56MHzで通信を行うときには、リーダから12-18MHzの帯域範囲で送信する。そして、個々のチップは、掃引された周波数帯の中から最適な周波数で応答し、ID情報と共にリーダ側に返信する。そして、リーダ側で、各々のチップの返信時の周波数をIDと対応させることにより、各々のチップに対応した通信のための共振周波数を検出する。このIDと各々の通信周波数との対応の結果は、リーダ、あるいは外付けのアプリケーションのROMもしくはRAMに記録することもでき、その際にはその結果を後の通信の際に利用する。

#### 【0020】

周波数掃引には主に2つの方法ある。1つの方法は、異なる周波数の電磁波を、パルス状に送信するものである。例えば、13.56、14.0、14.5、15.0MHz等の周波数をパルス状に送信する。現実的には、1の周波数を主周波数として用いた場合、所定の広がりを持つので、0.5MHz程度変調してパルス状に送信すれば、結果として実質的に連続した周波数帯で掃引が行える。もう1つの方法は、連続的な値を持つ周波数帯の電磁波を送信するものである。例えば12MHzから18MHzまでの連続した値を持つ周波数帯で送信を行う。実施例1における周波数

掃引は、2つめの方法によるものである。周波数掃引に関しては、以下の実施例でも同様の機構で行われる。

### 【0021】

以上の方法によれば、チップにおける共振点調整用のトリミングが不要であることから、コストを抑制することができる。また、チップの周囲環境に起因する共振点のシフトに対してもダイナミックに対応することができる。

#### [実施例2]

本発明の具体的な実施例を図2により説明する。図2は本発明によるリーダとチップの機能ブロック図の例を示す図である。リーダには認証番号格納回路109と再送制御回路110が設置され、通信制御回路121から発せられる制御信号によって動作する周波数変換回路111によって発振周波数を変更できる直列内部抵抗108を有する周波数可変発信機107と外部コイル105と外部共振容量106が並列に結合して搭載される。チップ201の内部には内部コイル205と内部共振容量206の並列回路がセンサ209と、検波・整流回路211、変復調回路212、通信制御回路203、信号処理回路207、ID・センシング検出回路214、電源回路210及びアナログ・デジタル・コンバータ(ADC)213、認証番号記録回路208が配置され、該内部コイル205と内部共振容量206の並列回路が、該検波・整流回路211に結合し、該検波・整流回路211の整流出力は該電源回路210に供給され、該検波・整流回路211は該変復調回路212に結合し、該変復調回路212は該通信制御回路203に結合し、該通信制御回路203は信号処理回路207に結合し、該信号処理回路207は該ID・センシング検出回路214に結合し、該ID・センシング検出回路は該ADC213を介し該センサ209に結合し、該認証番号記録回路208は該ID・センシング検出回路214に結合し、該検波・整流回路211、該変復調回路212、該通信制御回路203、該信号処理回路207、該ID・センシング検出回路214、該ADC213、該センサ209は該電源回路210から必要な電力を供給される構成となっている。リーダ101からチップ201への電力供給および該リーダと該チップとの間の情報相互伝達は、外部コイル105と内部コイル205が共有する磁束によって形成される磁路を介して行わ

れる。リーダ101は認証番号格納回路208より必要な認証コードを読み出し、適当な変調操作の後、認証コードごとに適当な搬送波周波数を選んで周波数変換回路111により同周波数の高周波信号を周波数可変発振器107で発生させ、外部コイル105と外部共振容量106の並列共振回路へ供給する。該外部コイルは空間中に磁束を放出し、この磁束を内部コイル205と内部共振容量206の並列共振回路が補足しその高周波信号を検波・整流回路211に伝送する。同高周波信号の整流出力は電源回路210に蓄えられ、チップ201内の他の電子回路及びセンサに供給される。一方、該検波・整流回路の検波出力は変復調回路212によって復調され、通信制御回路203及び信号処理回路207によって該リーダが発生した認証コードを再生し、ID・センシング検出回路214によって該チップが認証番号記録回路208に固有に保有している認証コードと比較して両者が一致するまで、一連の動作を繰り返す。該リーダが発生した認証コードと該チップが認証番号記録回路208に固有に保有している認証コードが一致した場合に、始めてセンサ209のセンシング情報をADC213を介してID・センシング検出回路214に採りこみ、その情報を信号処理回路207および通信制御回路203を介して変復調回路212に伝達し、該変復調回路により適当な変調を施したのちに検波・整流回路211より内部コイル205と内部共振容量206の並列共振回路に高周波信号として供給する。該内部コイルは空間中に磁束を放出し、この磁束を外部コイル105と外部共振容量38の並列共振回路が補足しその高周波信号をリーダ101に伝達する。これらの手順は、リーダ101が内蔵している再送制御回路110により時間間隔を持って複数回繰り返される。本発明の測定システムでは、リーダからチップに十分な量の電気エネルギーを該リーダに結合する外部コイルと該チップが内包する内部コイルを貫く磁束によって形成される磁路をとおして伝達させなければいけないので、周波数変換回路で制御される周波数可変発信器の単一の周波数に対する一連の動作は十分に長い時間行われる必要があり、測定システムの測定精度との関連で最適な同再送回数が、再送制御装置によって選択される必要がある。リーダが特定の認証コードを有するチップの計測結果を無線で情報収集するので、多数の異なる物質の特性を、異なるセンサ機能を有する複数のチップで測定可能となり、当該物質

の多岐にわたる多種の測定を実質的に一時に且つ高速に検査することも可能である。また、異なるセンサ機能各々に有する複数のチップを用いて、もしくは異なる検出対象を検出するセンサを各々に有する複数のチップを用いて、検体中に存在する複数の物質について実質的に一時に且つ高速に検査することも可能である。

### [実施例 3]

本発明の他の一実施例を図 3 を用いて説明する。図 3 は本発明からなる他の実施例である計測システムのリーダの電気回路構成を示す図で、図 2 の実施例のリーダと異なる点は、新たに周波数変換域制御回路 112 が通信制御回路 121 と結合し、更に電流検出器 113 が内部コイル 205 と内部共振容量 206 との並列回路と周波数可変発信器 107 と内部抵抗 108 の直列回路との並列結合の間に直列的に挿入されており、該電流検出器の検出信号を入力制御信号として該周波数変換域制御回路が周波数可変回路 111 に対して周波数の可変幅を動的に変化させる制御信号を発生させることである。本発明の測定システムでは、リーダからチップに十分な量の電気エネルギーを伝達するために、周波数変換回路で制御される周波数可変発信器の単一の周波数に対する一連の動作は十分に長い時間行われる必要があるが、一般にチップ内部の内部コイルおよび内部共振容量は形状が小さいことと低コストで実現する必要があるため電気的特性を単一特性に調整することが困難である。このため、該内部コイルおよび該内部共振容量で構成される並列共振回路が最も効率良く外部コイルと外部共振容量で構成される並列共振回路と結合する周波数はここのチップによって異なる。リーダの外部コイルから発生する磁束の周波数を可変とすることにより、該内部コイルおよび該内部共振容量で構成される並列共振回路が最も効率良く外部コイルと外部共振容量で構成される並列共振回路と結合する周波数におけるリーダとチップ間の情報およびエネルギーの授受を実現できる。その際、該内部コイルおよび該内部共振容量で構成される並列共振回路が最も効率良く外部コイルと外部共振容量で構成される並列共振回路と結合する周波数以外の周波数におけるリーダとチップ間の情報およびエネルギーの授受は削除することが望ましい。該内部コイルおよび該内部共振容量で構成される並列共振回路が最も効率良く外部コイルと外部共振容量で

構成される並列共振回路と結合する周波数では、該電流検出器の出力が大きくなるから、該電流検出器の出力を該周波数変換域制御回路でモニターし、該周波数可変回路で制御する該周波数可変発信器の周波数範囲について、該電流検出器の出力が相対的に低くなる領域を順次削減する。これにより、計測システムの一回の測定に係わる時間を削減することが可能となる。本実施例においては、非効率な周波数領域におけるリーダとチップとの間のエネルギー伝達および情報の相互伝達を行わないため、測定システムの測定時間短縮および同システムの消費電力削減を実現する効果がある。

#### [実施例 4]

本発明の他の実施例を図 4 を用いて説明する。図 4 は本発明からなる他の実施例である計測システムのリーダ（装置）とチップ間の情報相互伝達の手順を時系列に示したものである。なお、図 4 の実施例における周波数掃引に関しては、上記の 1 つの方法、即ち単発的な周波数の電磁波を送信する方法を用いており、周波数掃引関時のリーダからの送信周波数値は、0.5 MHz おきに設定されている。まず、リーダからチップに認証コード 1 による情報伝達が周波数  $f_1$  の磁束を用いて行われる。続いてチップは同認証番号が該チップ固有の認証番号と一致するか否かを判定する。リーダから認証コード 1 が届かない場合は、ヌルの認証コードが届いたとして扱い、認証コード 1 については該チップ固有の認証番号との不一致と判定される。図 2 の実施例の説明に同じく、十分長い変更時間をかけてリーダから発生される磁束の周波数は  $f_2$  ( $\neq f_1$ ) に変更され、チップの受信認証コードと同装置固有の認証コードとの照合を繰り返す。以上の過程が 1 度終了したら適当な回数だけ再び同過程を繰り返す。同繰り返しの中で計測装置の受信認証コードと同装置固有の認証コードとの一致を検出したら、チップはセンサの情報をセンシングデータに変換して該センシングデータを該内部コイルが発生する磁束を介してリーダに対して送信する。本実施例に拠れば、リーダは知りたい情報に対して反応するチップの情報のみを選択的に取込むことができる。すなわちリーダは、チップがセンサによって計測等して得る計測等情報を、チップの受信認証コードによって識別して選択的に取込むことが出来る。これにより、チップが投入される液体状被測定試料が特定の性質を有するか否か、もしくは特定の

物質を含むか否かを非接触で検査することが可能となる。

[実施例 5]

本発明の他の一実施例を図 5 により説明する。図 5 は本発明からなる他の実施例である計測システムのリーダとチップ間の情報相互伝達の手順を時系列に示したものである。先ず、リーダからチップに認証コード 1 による情報伝達が周波数  $f_1$  の磁束を用いて行われる。続いてチップは同認証コードが該チップ固有の認証コードと一致するか否かを判定する。リーダから認証コード 1 が届かない場合は、ヌルの認証コードとして該チップ固有の認証コードとの不一致と判定される。図 2 の実施例の説明に同じく、十分長い変更時間をかけて外部制御装置から発生される磁束の周波数は  $f_2$  ( $\neq f_1$ ) に変更され、チップの受信認証コードと同装置固有の認証コードとの照合を繰り返す。この過程においてリーダに結合する電流検出器の周波数と検出値の関係を記憶して相対的に検出値の低い周波数領域におけるリーダからの磁束発生を行わないように可変周波数発振器の発振周波数を制御する周波数可変回路の周波数変化域を周波数変換域制御回路によって随時変更設定する。また、上記の通り、チップの製造ばらつきやチップの周囲の状況、たとえば試料を含むバッファ溶液や他のチップあるいは反応容器などの存在によって、チップの共振周波数にはばらつきが生じざるを得ない。これに対して、リーダの発信周波数の可変幅を動的に変化させる制御信号を発生させるものである電流検出器の検出信号を、チップの受信認証コードと対応付けて記憶しておくことにより、リーダはその通信対象とするチップに応じて、発信周波数を変化させてチップの共振周波数に合わせ、通信を安定化させることが可能となる。以上の過程をリーダ内の再送制御回路で規定した回数だけ再び同過程を繰り返す。同繰り返しの中でチップの受信認証番号と同装置固有の認証コードとの一致を検出したら、チップはセンサの情報をセンシングデータに変換して該センシングデータを該内部コイルが発生する磁束を介してリーダに対して送信する。これまでの一連の動作が終了したら、認証番号照合回路によって検索し他の認証番号が発見されれば発見された該認証番号に認証番号に変更して該一連の動作を繰り返す。このようにして、認証番号照合回路に格納されている全ての認証コードについて該一連の動作が終了するまで該一連の動作を繰り返す。本実施例に拠れば、リ

ーダ知りたい情報が複数ある場合に、リーダは知りたい情報に対して反応するチップの情報のみを選択的に取込むことができる。すなわちリーダは、複数のチップを用いる場合においても、各々のチップがセンサによって計測等して得る計測等情報を、チップの受信認証コードによって識別して選択的に取込むことが出来る。これにより、リーダは、該情報に対応した異なる化学反応を検出する複数種のチップを液体状被測定試料にまとめて投入した際に、リーダ瞬時に検査可能となり、測定システムの測定時間短縮を図ることが出来る。

#### [実施例 6]

本発明の他の実施例を図 6 により説明する。図 6 は本発明からなる計測システムのリーダの構成を示す図で、リーダは発振器ブロック 107、通信制御回路ブロック 103、変調器ブロック 117、出力増幅器ブロック 116、結合回路ブロック 115、整合回路ブロック 114、外部コイル 105、入力増幅器ブロック 118、復調器 119、ピーク検出／出力制御回路ブロック 120 が搭載される。

半径  $R$ 、巻き線のターン数  $N$  のコイルに電流  $I$  を流したとき、コイルの中心から距離  $x$  だけ離れた点の磁界強度は次式（数 1）のようになる（例えば、非特許文献 2）。

【0022】

【数 1】

$$H = \frac{I \cdot N \cdot R^2}{2\sqrt{(R^2 + x^2)^3}} \quad \text{数 1}$$

上式は近傍界すなわち周波数に対応する波長  $\lambda$  に対して  $x < \lambda/2\pi$  の領域において成立する。リーダの外部コイルとチップの内部コイルの距離  $x$  について標準値を 2mm としてチップの設計をすると、 $x$  が 0.5mm になった場合、チップのコイルが感じる磁界強度は設計標準の 64 倍になる。この様に、設計値を大きく超える電力がチップで発生すると電源レギュレータの破壊や、チップの温度上昇が発生する可能性がある。チップの電圧耐性は回路を形成する LSI プロセスに依存する。半導体 p n 接合や MOS トランジスタのソース・ドレイン間、ゲート絶縁膜、

配線間などデバイス各部分の耐圧は一般のLSIに要求される基準を満たす様に設計されており、耐圧を上げる様にLSIプロセスを変えることは大きなコスト上昇をとまなう。

### 【0023】

図6に示す様に入力信号のピーク値を検出し、出力を制御することにより上記の問題を解決することができる。リーダの出力をチップからの信号強度に応じて制御することによってチップの破壊を回避し、温度上昇を抑制するため、チップの設計をほとんど変更することなく、種々の測定条件に適した出力を設定することが可能になる。

### [実施例7]

本発明の他の実施例を図7により説明する。図7はプラントに応用した例を示す図であって、配管内にチップ、配管外にリーダを設置することによりワイヤレスで配管内液体の状態を計測する機能を具備したことを特徴とする計測システムの構成を示すものである。配管内の液体の状態を従来のセンシングシステムで計測する場合、センシング信号を外部に取り出すためのリード線が必要となる。リード線取り出しの一手段としてシールされた貫通電極の利用があるが、シール部からのリークや不純物混入、配管内流体の滞留部の形成などの問題が生ずる可能性が生ずる。また、複数項目の測定する場合や液体の状態分布を多数のセンサ測定する場合など、リード線取りだしのための構造が複雑になり、信頼性低下やコストの上昇の原因となる。本実施例によれば、非接触、ワイヤレスで配管内の状態をモニタリングすることができる。さらに、このシステムを簡易な構成で安価に提供することが可能になる。また、上記の実施例に記載したリーダ及びチップを用いているため、配管内チップのセンサの検出に基づいたデジタル化されたセンシングデータと、認証番号記録回路に保存されたID番号との照合結果が通信制御回路を経て、配管外リーダに送信される。この際に、チップのID番号とチップの位置情報等を予め対応付けておくことにより、配管内の任意の位置の状態をワイヤレスでモニタリングすることができる。ここで、リーダとチップとの通信を安定させるには、チップの共振周波数が一定であることが必要である。しかし、チップの製造ばらつきやチップの周囲の状況、たとえば配管を流れる測定

対象となる溶液や他のチップあるいは反応容器などの存在によって、チップの共振周波数にばらつきが生じることは避けることができない。チップ製造上のばらつきに起因するものであれば、容量をトリミングすることで所定の共振周波数に調整することができるが、トリミングはチップのコストを上昇させる上、チップの周囲状況に依存する変動に対応することができない。そこでリーダのRFインタフェースに周波数可変機能を具備し、測定時にこれを用いて発振器の周波数を変化させてチップの共振周波数に合わせることで、通信を安定化させることが可能となる。この方法によれば、チップにおける共振点調整用のトリミングが不要であることから、コストを抑制することができる。また、チップの周囲環境に起因する共振点のシフトに対してもダイナミックに対応することができる。

#### 【0024】

実施の形態としては、チップ250を配管252の内壁に貼り付け、配管外のコイル260を介してリーダ261と間で通信を行う。チップ自身はシリコン半導体基板の厚みとほぼ同等であり、1mm以下の厚さに形成することができる。配管材料については図8に示すようにチップが設置される部分252の導電率を小さくすることでチップ側コイルとリーダ側コイルの結合効率を向上することができる。通信特性を改善することができる。

#### 【0025】

図8は本実施例の通信の効率を向上するための構成例である。プラントにおける配管としてステンレスは耐腐食性や強度、信頼性の点で優れ、広く用いられているが、一方でステンレスなど導電性の高い配管は通信を行う上で障害となる。図8は配管として極力従来材料を用い、必要な場所にだけ、通信効率を向上し得る材料を導入した構造を説明するものである。チップが設置される配管252は通常の配管部分251と基本的に同様の材料によって構成されるチップの設置部分だけに必要最小限の貫通孔257を設け、磁力線が貫通しやすい高透磁率で、渦電流の発生しにくい材料を芯材256とした磁力線の通路となる部品255を該貫通孔257に通す。これによりチップが配置される部分の材料258について従来と同様の材料、たとえばステンレスを用いた場合でも、本発明による計測システムの適用が可能となる。

**[実施例 8]**

本発明の他の実施例を図 9 に示す。本発明の対象となる計測システムにおいてチップとリーダとの通信はパッシブ方式で行うことを基本としている。すなわちチップ側では電源を持たず、所用電力はリーダから RF により供給される。本方式はチップの小型化、低価格化にはきわめて有効であるが、通信距離の制限を受ける。チップこの通信距離を実効的に延長する方式を提供するものである。配管外のコイルを駆動するリーダとして、図 9 におけるリーダ 261 に、アンテナ 264 を介して長距離用通信を行う機能を付加したリーダ 263 を用い、外部制御器 262 に接続したアンテナ 265 と送受信機 266 とを経由してデータ通信を行う。これにより、非接触方式によって離れた場所に位置する多数の配管内の状況をモニタすることが可能となる。図 10 は図 9 のシステムを合成反応槽に応用した実施例である。図中、260 は配管外のコイルを、264 は送受信機を、263 はリーダを、250 はチップを、259 は合成反応槽を、267 は配管を各々表わす。

**【0026】**

本実施例においても、図 8 に示した通信の効率を向上するための構成をとることができる。

**【0027】**

**【非特許文献2】** Klaus Finkenzeller, RFID HAND BOOK:1999, John Wiley & Sons Ltd

**【0028】****【発明の効果】**

本発明によれば周辺装置を必要とせずに、安価で簡便な通信システムを提供することができる。また、チップの製造ばらつきや、チップの周囲の状況、たとえば試料を含むバッファ溶液や他のチップあるいは反応容器などの存在によって生じる、チップの共振周波数のばらつきに対応して、チップの共振周波数に合わせることにより、通信を安定化させることが可能となる。さらに、チップに記録した ID 番号と、チップのセンサの検出に基づくセンシングデータとの照合結果をリーダに送信し、ID 番号と照合させたデータの通信を安定に行うことが出来る。ま

た、異なるセンサ機能を有する複数のチップを用いて測定を行う際には、当該物質の多岐にわたる多種の測定を実質的に一時に且つ高速に検査することも可能である。

#### 【0029】

これらにより専門の検査部門を持たない病院や受託検査機関でない一般の病院や食品工場、食品の提供機関や流通機関の現場において多用な検査をすることが可能になる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の実施例1における通信システムの構成例を示す図。

##### 【図2】

本発明の実施例2における通信システムの構成例を示す図。

##### 【図3】

本発明の実施例3における通信システムの構成例を示す図。

##### 【図4】

本発明の実施例4におけるリーダとチップ間の情報相互伝達の時系列手順の例を示す図。

##### 【図5】

本発明の実施例5におけるリーダとチップ間の情報相互伝達の時系列手順の例を示す図。

##### 【図6】

本発明の実施例6において、リーダにおけるチップからの信号ピーク検出と出力制御を具備した構成例を示す図。

##### 【図7】

本発明の実施例7における測定システムをプラントに応用した例であって、配管内にチップを、配管外にリーダを各々設置し、ワイヤレスで配管内液体の状態を計測する通信システムの構成例を示す図。

##### 【図8】

本発明の実施例7において、チップの設置位置に磁力線の通路を備えた通信シ

システムの構成例を示す図。

【図 9】

本発明の実施例 8 において、配管内にチップ、配管外の近接する位置にリーダ側コイルを各々設置し、リーダにワイヤレス通信機能を具備させて、遠距離で複数配管に対応するモニタリングを行う通信システムの構成例を示す図。

【図 10】

本発明の実施例 8 において、合成反応槽内にチップ、合成反応槽外の近接する位置にリーダ側コイルを各々設置し、リーダにワイヤレス通信機能を具備させて、遠距離で複数合成反応槽に対応するモニタリングを行う通信システムの構成例を示す図。

【符号の説明】

101：リーダ、102：リーダを制御するアプリケーション制御ブロック、  
103：リーダに搭載された通信制御ブロック、104：リーダに搭載された RF インタフェースブロック、105：外部制御装置に接続されたコイル、106：リーダに接続された容量、107：周波数可変発振器、108：周波数可変発振器に直列に接続された抵抗、109：認証番号照合回路、110：再送制御回路、111：周波数変換回路、112：周波数変換域制御回路、113：電流検出器、114：整合回路、115：結合回路、116：出力増幅器、117：変長器、118：入力増幅器、119：復調器、120：ピーク検出、出力制御回路ブロック、121：通信制御回路ブロック、  
201：化学物質計測端末となるチップ、202：電源レギュレータブロック、  
203：通信制御ブロック、204：RF インタフェースブロック、205：チップに搭載あるいは接続されたコイル、206：チップに搭載あるいは接続された容量、207：信号処理回路ブロック、208：認証番号記録回路ブロック、  
209：センサブロック、210：電源回路ブロック、211：検波・整流回路、  
212：変復調回路ブロック、213：アナログ・デジタル変換回路ブロック、  
214：ID、センシングデータ検出回路、250：チップ、251：通常の配管部分、  
252：チップが設置される配管部分、253：溶液の流れ、254：配管継ぎ手、  
255：磁力線の通路となる部品、256：芯材、257：貫通孔

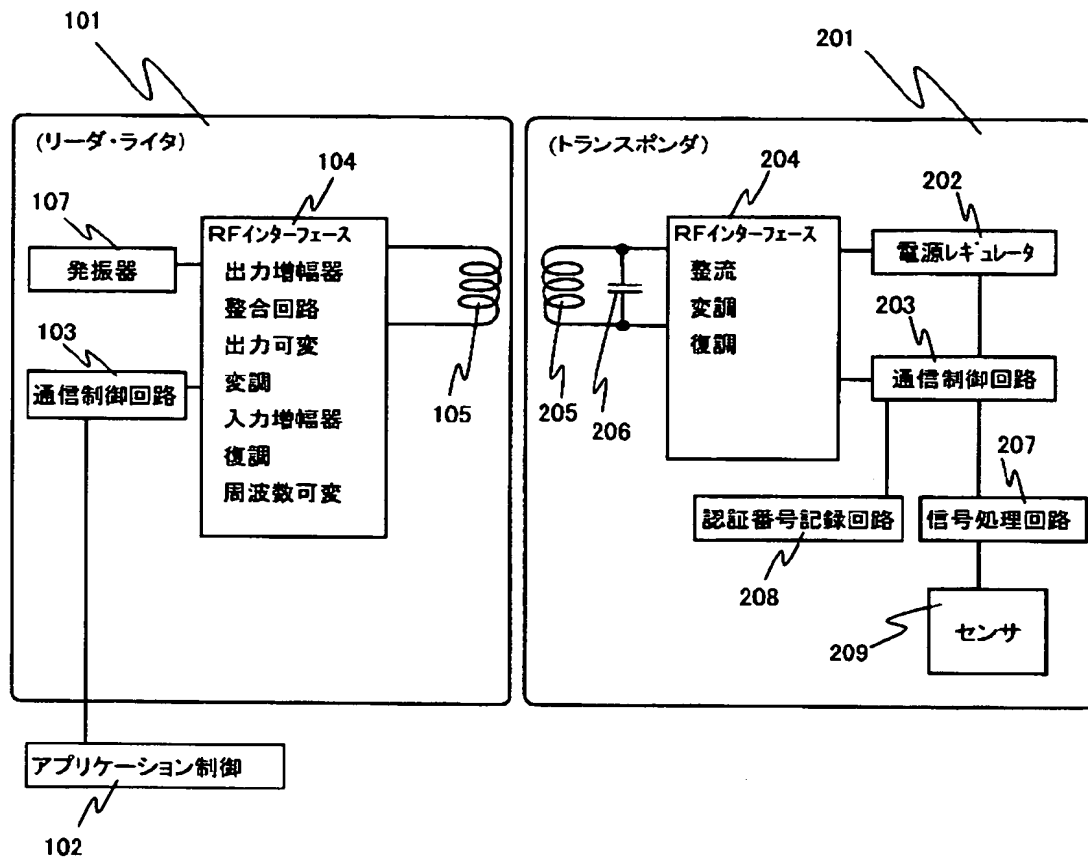
、 2 5 8 : 従来と同様の材料からなり、チップが配置される配管部分、 2 5 9 : 合成反応槽、 2 6 0 : リーダに接続されるコイル、 2 6 1 : リーダ、 2 6 3 : 長距離通信機能を付加したリーダ、 2 6 2 : 外部制御器、 2 6 4 : 2 6 3 に接続された長距離通信用アンテナ、 2 6 5 : 外部制御器に接続される送受信機へつながるアンテナ、 2 6 6 : 外部制御器に接続される送受信機、 2 6 7 : 配管。

【書類名】

図面

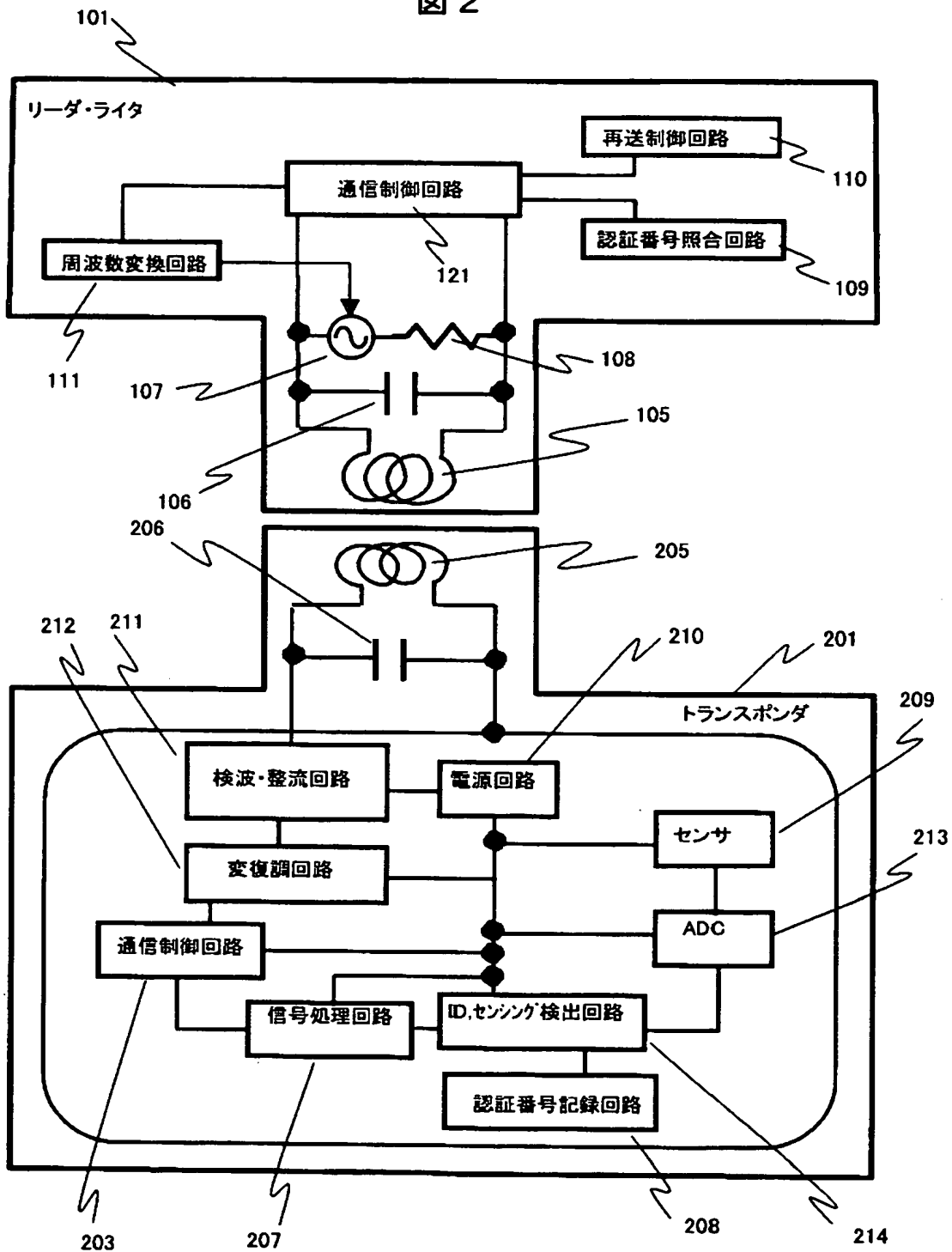
【図 1】

図 1



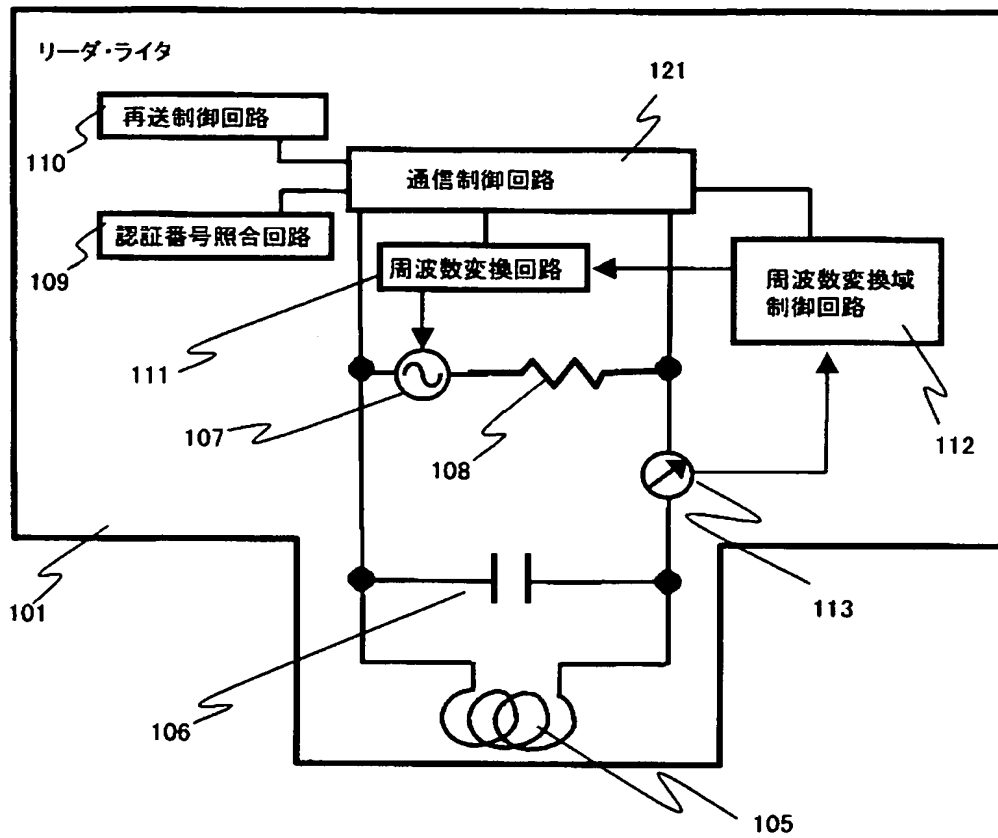
【図 2】

図 2



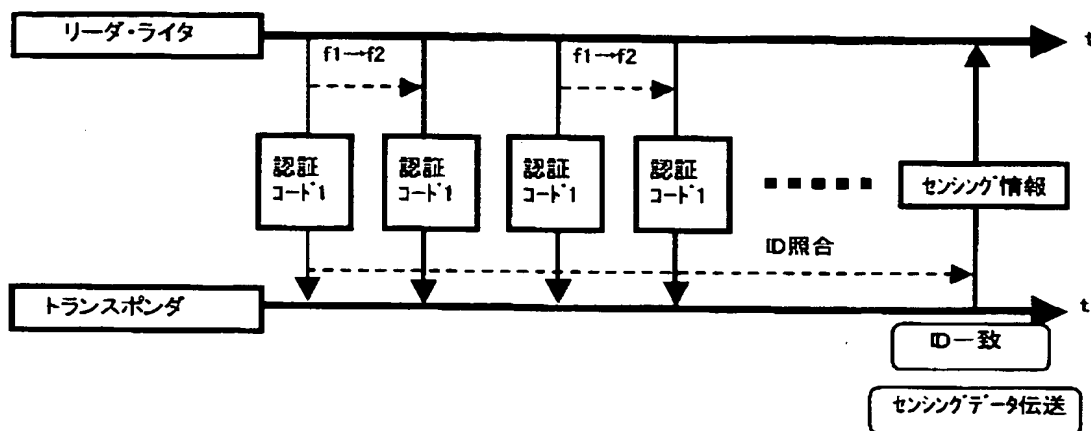
【図 3】

図 3



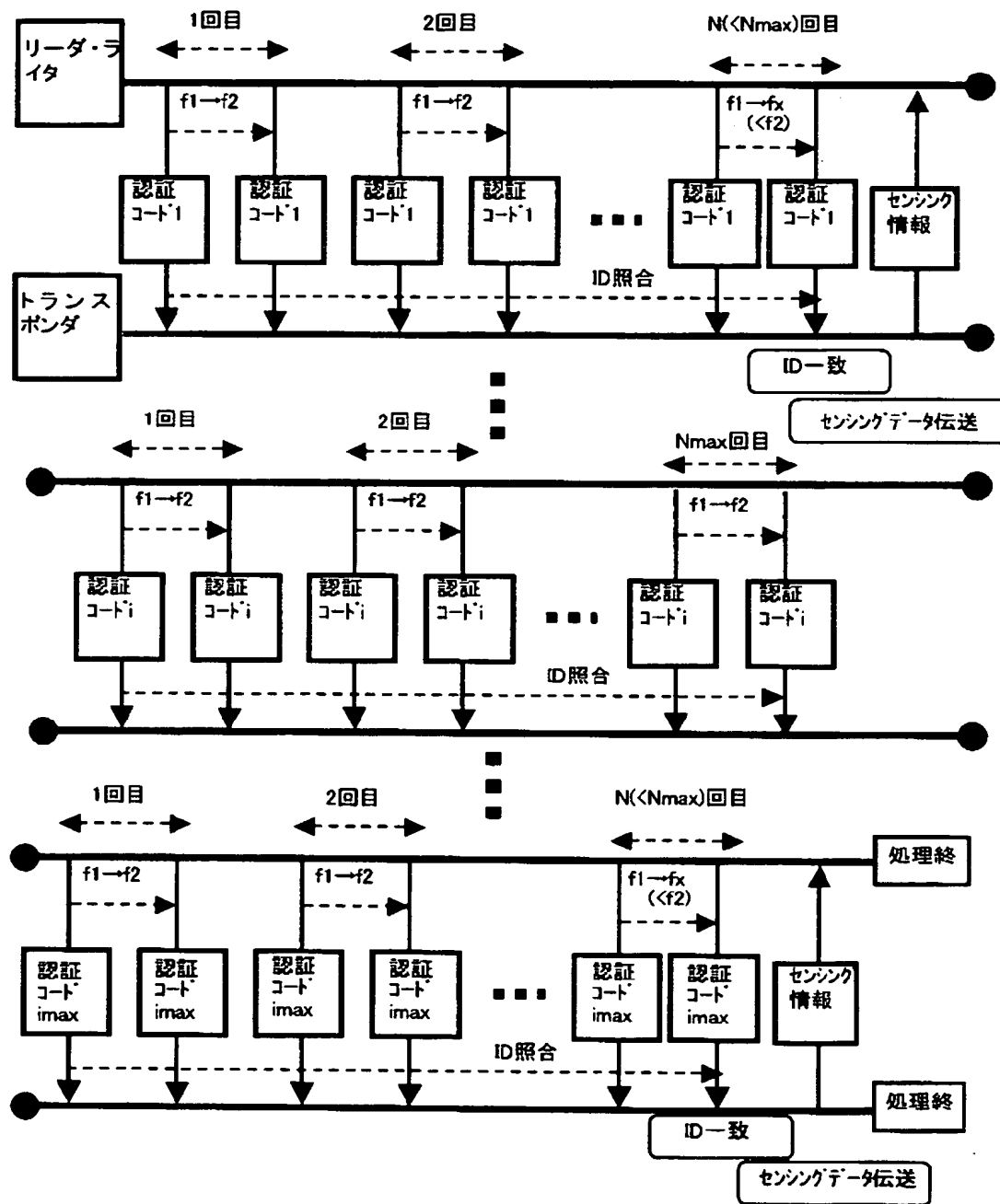
【図 4】

図 4



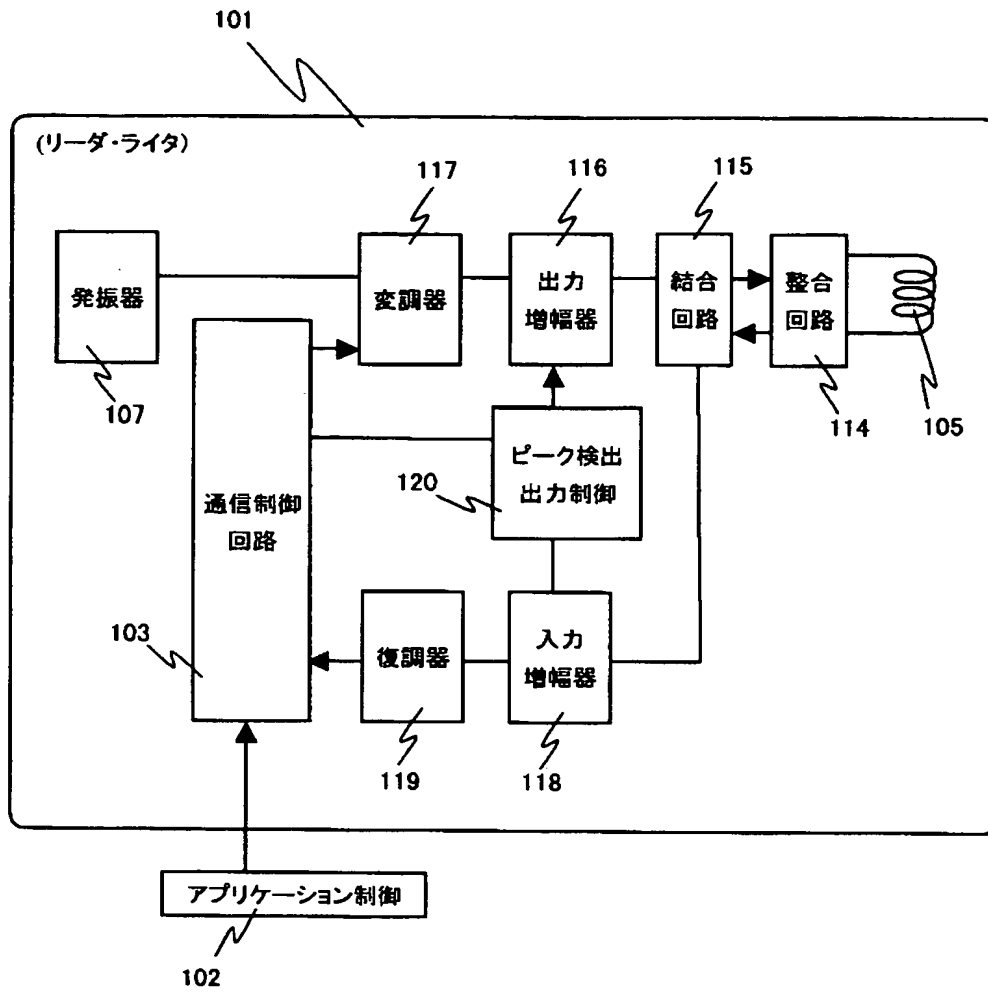
【図5】

図5



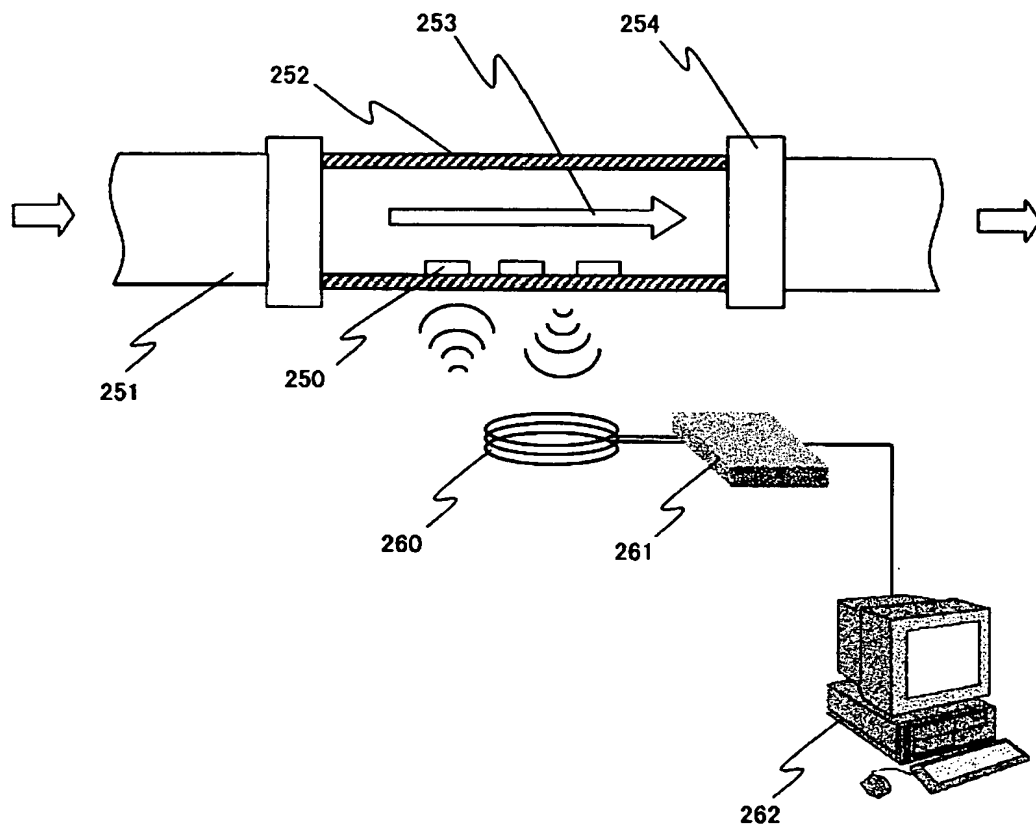
【図 6】

図 6



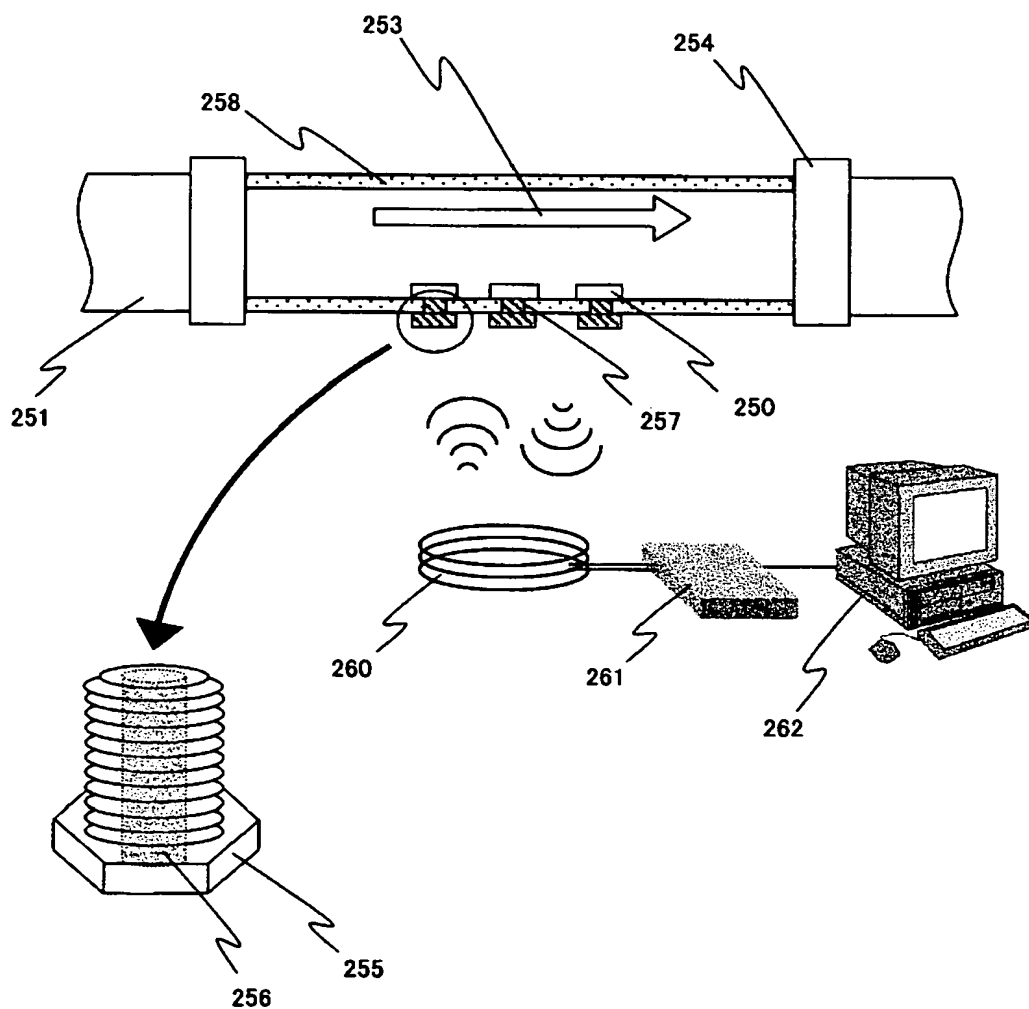
【図 7】

図 7



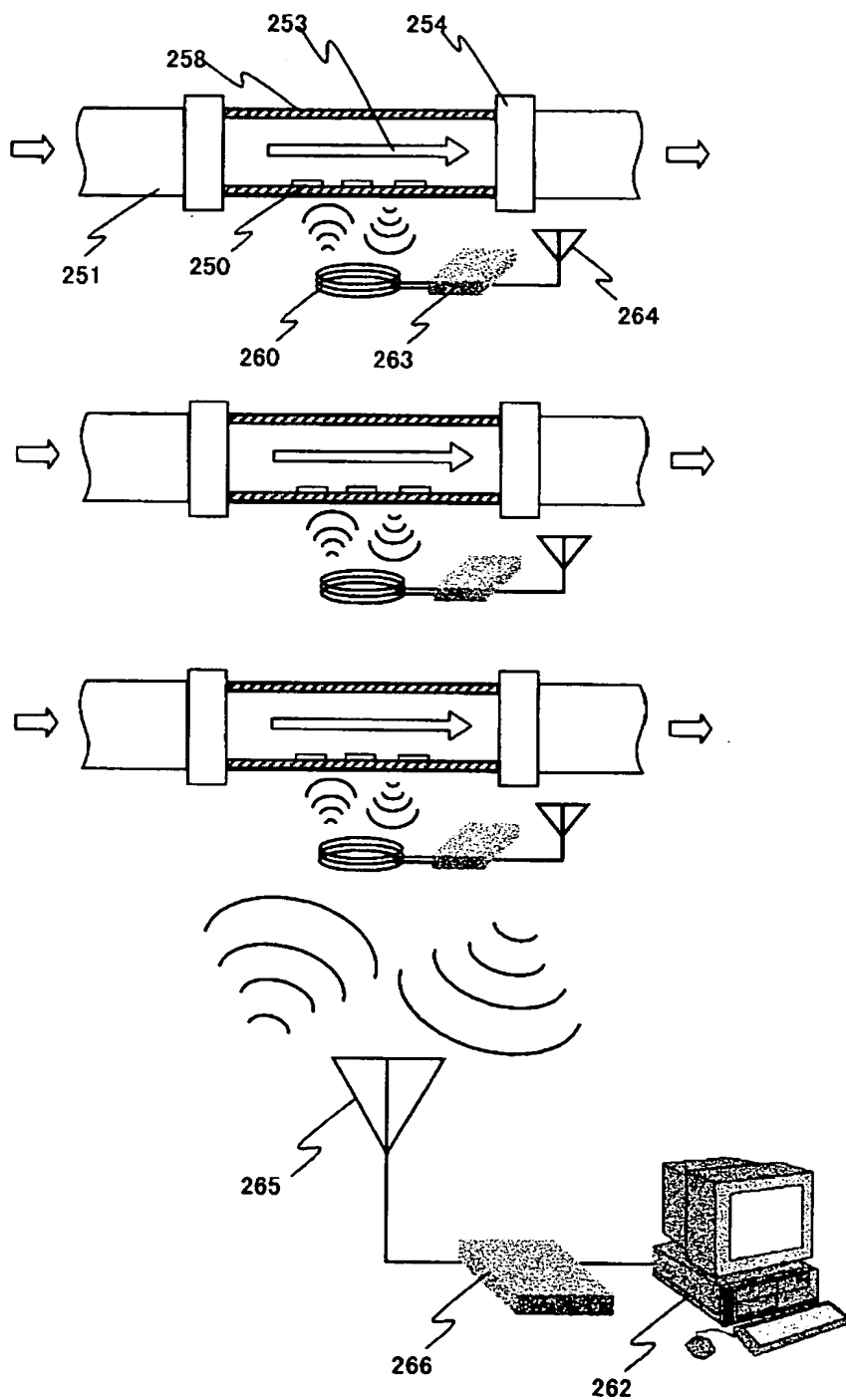
【図 8】

図 8



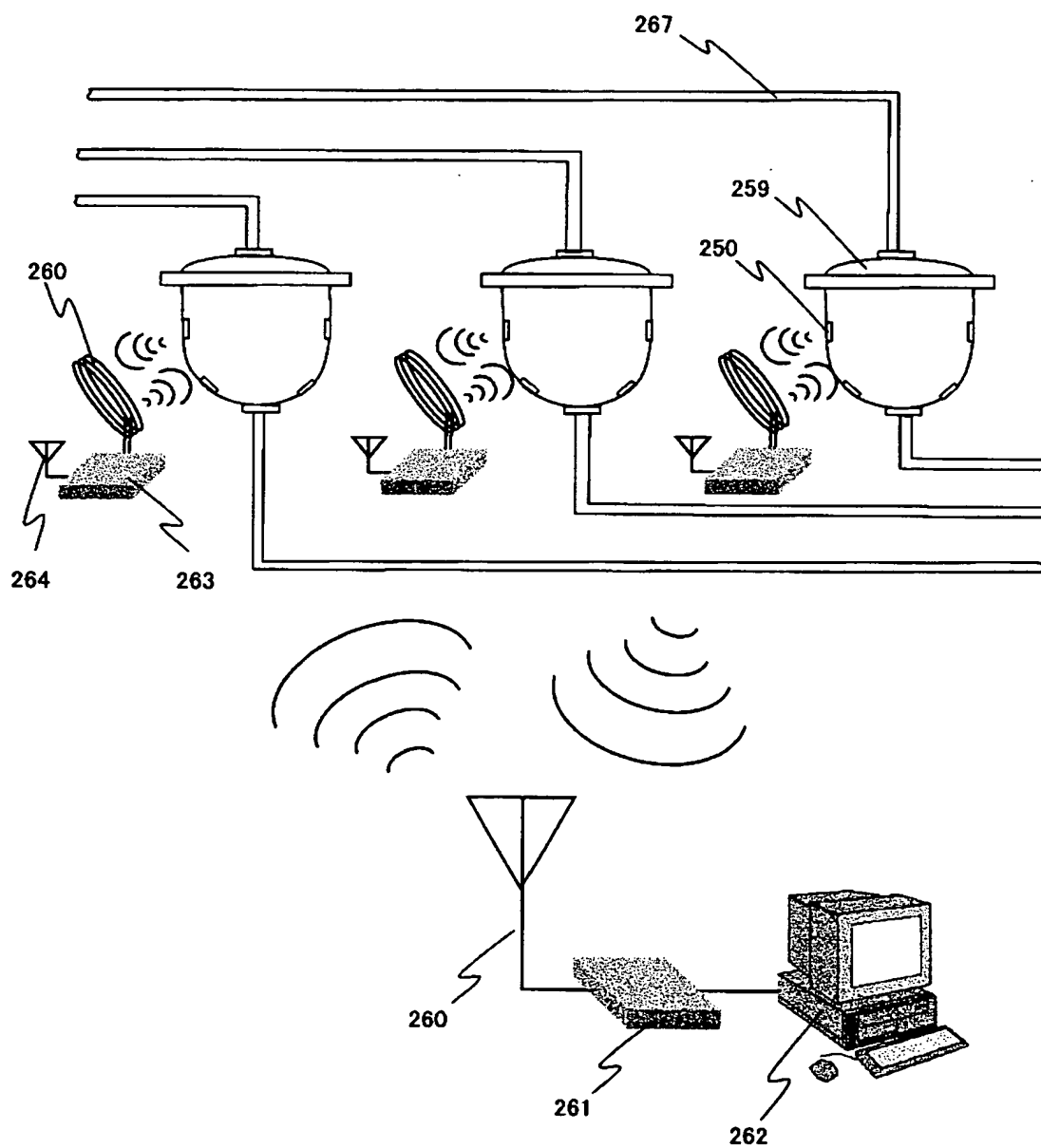
【図 9】

図 9



【図 10】

図 10



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 通信安定性を向上する通信システムを提供する。

【解決手段】 センサ、認証番号、無線送受信機能を有する機能ブロックが形成されたチップを用い、該センサによって生体物質や化学物資の検出や、温度、圧力、pHなどの物理化学量を検出し、センシング結果を無線送受信機能によってリーダに伝達する。この伝達にあたり、リーダ側における通信の周波数および、送信出力を可変とする。

【効果】 製造によるチップのばらつきに影響されずに、安定した通信を行うことができる。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 1 4 5 6 1 0
受付番号	5 0 3 0 0 8 5 6 0 0 4
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 5 年 5 月 2 6 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 5月23日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 1 4 5 6 1 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 1 0 8 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区神田駿河台 4 丁目 6 番地

氏 名

株式会社日立製作所